

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## Abstract – DE 195 48 495 A1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.  
011356030 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-333937/ 199731  
XRPX Acc No: N97-277037

Heat exchanger block and method of its manufacture - using folded flat tubes joints of which are pressed together when assembled and during soldering

Patent Assignee: VALEO KLIMATECHNIK GMBH & CO KG (VALO )

Inventor: HAUSSMANN R

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19548495	A1	19970626	DE 1048495	A	19951222	199731 B
DE 19548495	C2	20000420	DE 1048495	A	19951222	200024

Priority Applications (No Type Date): DE 1048495 A 19951222

Patent Details:

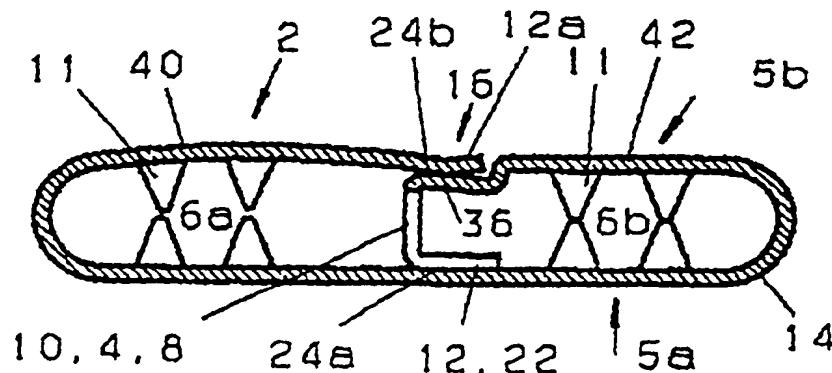
Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19548495	A1	10	F28F-001/02		
DE 19548495	C2		F28F-001/02		

Abstract (Basic): DE 19548495 A

The heat exchanger block is built-up from flat tubes in between which plates, bent in zigzag fashion, are mounted. The flat tubes are made by folding strip of which one edge (10) is folded over and inwards to form a wall between two flow channels in the tube. This edge is, at the same time, stepped down to form a mating face (36) for the other folded over edge. The wall has throughlet openings at the ends which interconnect the two flow channels in the tube. The bent-over second edge (2) is slightly arched so that its edge (16) is pressed against the stepped down mating face, by the other parts of the heat exchanger, when the heat exchanger is assembled and during its soldering.

USE/ADVANTAGE - Esp. heat exchangers or radiators for motor vehicles with sound soldered joint achieved in flat tubes.

Dwg.2/6



Derwent Class: P52; P56; Q78

International Patent Class (Main): F28F-001/02

International Patent Class (Additional): B21D-053/08; B23P-015/26;  
F28F-009/00

File Segment: EngPI





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 48 495 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 28 F 1/02  
F 28 F 9/00  
B 21 D 53/08  
B 23 P 15/26  
// F 28 D 1/00

21 Aktenzeichen: 195 48 495.9  
22 Anmeldetag: 22. 12. 95  
43 Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 195 48 495 A 1

71 Anmelder:

Valeo Klimatachnik GmbH & Co. KG, 68766  
Hockenheim, DE

74 Vertreter:

Dr. E. Jung, Dr. J. Schirdewahn, Dipl.-Ing. C.  
Gernhardt, 80803 München

72 Erfinder:

Haussmann, Roland, Dipl.-Ing., 69168 Wiesloch, DE

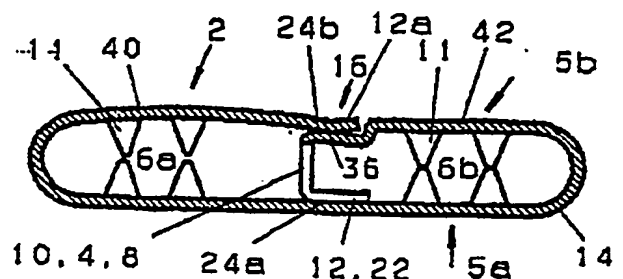
56 Entgegenhaltungen:

DE	32 16 140 C2
DE	25 06 434 A1
FR	27 16 529 A1
FR	25 47 849 A1
GB	22 68 260 A
US	51 86 251
EP	06 32 245 A1
EP	03 02 232 A1
JP	03-2 38 165

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Wärmetauscherblock für Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge und Verfahren zu dessen Herstellung

57 Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscherblock (3) für Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge mit einem Paket mit breitseitenparallelen zweiflutigen Flachrohren (2) und zwischen den Außenflächen von deren beiden Breitseitenwänden (5a, 5b) und gegebenenfalls auch außenseitig sandwichartig geschachtelten Zickzacklamellen (7), die untereinander verlötet werden, wobei das jeweilige Flachrohr (2) mit einer Trennwand (4) versehen ist, welche im Flachrohr (2) die beiden benachbarten gegenläufigen Fluten (6a, 6b) voneinander trennt und durch Verbiegen eines des Flachrohr (2) bildenden Blechteils (14) gebildet ist. Nach der Erfindung ist vorgesehen, daß im jeweiligen Flachrohr (2) die Trennwand (4) durch Umbiegen nur eines ersten Außenrandes (12) des Blechteils (14) als starre Stütze geformt ist, die zwischen der Innenfläche der ersten Breitseitenwand (5a) des Flachrohres (2), welche von einem mittleren Bereich des Blechteils (14) gebildet ist, und der Innenfläche des anderen zweiten Außenrandes des Blechteils (14), welcher von der einen Schmalseite des Flachrohres an der zweiten Breitseitenwand (5b) des Flachrohres (2) mindestens bis über die Trennwand (4) ragt, jeweils eine Lötverbindung (24a, 24b) bildet, und daß der zweite Außenrand (12a) des Blechteils (4) im noch unverlöteten Zustand als über die Außenkontur des verlöteten Flachrohres (2) nach außen aufgewölbtes federndes Element ausgebildet ist, welches im verlöteten Zustand gegen die als Trennwand (4) dienende starre Stütze ...



DE 195 48 495 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Wärmetauscherblock für Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Heizungswärmetauscher und Motorkühler, mit gegenläufig zweiflutigen Flachrohren und den sonstigen Merkmalen von Anspruch 1. Ein derartiger Wärmetauscherblock ist aus der EP-0 632 245 A1 bekannt. Einen vergleichbaren Stand der Technik zeigt auch Patent Abstracts of Japan, Vol. 16, No. 26 (M-1202), bezüglich der zugehörigen japanischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer JP 3238165. Bei dem erstgenannten bekannten Wärmetauscherblock, von dem die Erfindung ausgeht, ist das jeweilige Flachrohr (vgl. Fig. 7) bereits durch Verbiegen bzw. gezieltes Zusammenfallen eines Blechteiles so geformt, daß bei diesem Verbiegen oder Zusammenfallen auch gleich eine Trennwand zwischen den beiden benachbarten Fluten mit ausgebildet wird. Formtechnisch noch relativ schwierig ist dabei jedoch die Gestaltung der Trennwand deswegen, weil sie in einem mittleren Bereich des Blechteiles ausgeformt wird.

Ein zweiter wesentlicher Gesichtspunkt bei der Herstellung des jeweiligen gegenläufig zwei flutigen Flachrohres ist der, daß in diesem auch noch eine Umlenkung der beiden gegenläufigen Fluten erfolgen soll, wozu bei Schaffung der Umlenkung noch im Flachrohr im Umlenkbereich die Trennwand mindestens teilweise entfallen muß. Bei dem bekannten Flachrohr, von dem die Erfindung ausgeht, ist dies durch eine entsprechende zentrale Ausstanzung des Blechteils möglich. In diesem bekannten Fall bleiben die Endbereiche der Blechteile ohne Aussparung. Alternativ könnte man die Umlenkung in einem Wasserkasten oder einem umlenkseitigen Verschuß vornehmen.

Ein Wärmetauscherblock mit zwei flutigen Flachrohren, bei denen wie im Falle der EP-0 632 245 A1 eine Trennwand zwischen den beiden Fluten durch Biegen eines Blechs so gebildet wird, daß die Trennwand von einer mittleren Zone des gebogenen Blechs gebildet ist, ist auch aus der US-A-5 186 251 bekannt. Bei diesem Flachrohr sind jedoch die beiden Fluten parallel geführt, so daß sich ein Umlenkungsproblem der Fluten von vornherein gar nicht stellt.

Bei der zweitgenannten japanischen Flachrohrausbildung ist die Trennwand des jeweiligen Flachrohres dadurch gebildet, daß beide Endbereiche des Flachrohres aneinanderliegend zur Trennwand gebogen und mit ihren freien Enden gegenläufig an die Innenseite der einen Flachrohrwand zur Anlage gebracht sind. Dies erfordert zur Bildung einer umlenkenden Aussparung einen zweifachen Ausschnitt in beiden Endbereichen des Blechteils. Diese Bauweise stellt die Sicherheit der gegenseitigen Dichtung der beiden umgebogenen Endbereiche des Blechteils in Frage, da im Umlenkbereich die gegenseitige Abstützung der Enden der Blechteile die bei der erstgenannten Ausführungsform auch im Umlenkbereich noch verbleibende Blechüberlappung verliert.

Aus der DE 25 06 434 A1 sind schon Wärmetauscherblöcke mit flachen Wärmetauscherrohren bekannt, ohne daß Bezug auf eine gegenläufig zweiflutig Verschaltung genommen ist. Die Flachrohre sind bereits aus dünnen flexiblen Metallstreifen so gebogen, daß sich zwei entgegengesetzte freie Außenränder an einer Stufe der einen Breitseitenwand überlappen und eine Fortsetzung des innenliegenden Außenrands nach innen als rechtwinklige starre Stütze zur Abstützung an der Innenflä-

che der anderen Breitseitenwand abgebogen ist. Im Überlappungsbereich der Außenränder an der einen Breitseitenwand und gegebenenfalls auch im Anschlußbereich der starren Stütze an der anderen Breitseitenwand soll dabei jeweils eine Verschweißung vorgenommen werden, wobei durch die starren Abstützungen beim Verschweißungsvorgang der Querschnitt der Flachrohre gehalten werden soll.

Diese vorbekannte Konstruktion wird nach der DE 32 16 140 C1 dahingehend abgewandelt, daß statt einer starren Stütze die betreffende Stütze federnd ausgebildet und dementsprechend in Schräglage zwischen den beiden Breitseitenwänden angeordnet wird. Hierdurch soll sichergestellt werden, daß an der einen Breitseitenwand die sich überlappenden Außenränder des Blechstreifens eng und dicht aneinander gehalten werden. Eine Verlotung der federnden Stütze mit der anderen Breitseitenwand ist nicht vorgesehen; vielmehr soll das freie Ende der abgebogenen freien Stütze an der Innenfläche dieser anderen Breitseitenwand federnd gleiten können. Darüber hinaus ist die federnde Abstützung dezentral angeordnet. Eine Anwendung auf Wärmetauscherblöcke mit gegenläufig zwei flutigen Flachrohren mit einwandfreier Abdichtung zwischen beiden Fluten scheidet daher aus. Darüber hinaus werden folgende Nachteile dieser bekannten Konstruktion an sich und im Hinblick auf den von der Erfindung in Betracht gezogenen Gegenstand gesehen:

1. Eine federnde Stütze innerhalb eines Flachrohres vermag es nicht mehr, eine konstante Dicke des Flachrohres bei einem Zusammenspannen des Wärmetauschers für die Verlotung zu halten. Diese Ungenauigkeit würde sich noch verstärken, wenn man anders als bei dem Ausführungsbeispiel der DE 32 16 140 C1 die federnde Stütze mittig anordnen würde, wie es bei sehr vielen Ausführungsformen von gegenläufig zweiflutigen Flachrohren der Fall ist.

2. Der Abstand zwischen den Breitseitenwänden eines Flachrohres ist sehr klein, so daß bei vorgegebenem Toleranzausgleich die Federkraft durch die sehr kurze Länge der federnden Stütze sehr hoch wird. Diese Federkraft muß dabei genügend groß sein, um für die Einhaltung eines konstanten Rastermaßes die auftretenden Toleranzen ausgleichen zu können. Bei einer Wandstärke gemäß dem Ausführungsbeispiel des vorbekannten Flachrohres von 0,4 mm Aluminiumblech — ein auch bei der Erfindung in Betracht gezogener Fall — liegt erfahrungsgemäß die lichte Weite zwischen den beiden Breitseitenwänden im Bereich von 1 bis 3 mm und die auftretende Toleranz immerhin im Bereich einiger Zehntelmillimeter. Jedenfalls dann, wenn die Flachrohre mit dünnwandigen Lamellen verrippt sind, was bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscherblock mit Zickzacklamellen regelmäßig der Fall ist, wird man die Einspannkraft auf den sandwichtartig vormontierten Motorblock zum Ausgleich der Toleranzen über die ihrerseits dünnwandigen Zickzacklamellen auf die federnden Stützelemente übertragen müssen, was zur Folge haben kann, daß die erforderlichen großen eingepprägten Kräfte der kurzen federnden Stützelemente die äußere Lamellenverrippung einbrechen, einknicken oder sonst deformieren.

3. Wenn aufgrund von Toleranzen der Herstellung im Überlappungsbereich der Außenränder des

Blechstreifens die dort ausgebildete Stufe tiefer ist als die Materialstärke des Blechstreifens, kann die federnde Stütze die beiden einander überlappenden Außenränder des Blechstreifens nicht mehr zusammendrücken, da der über die äußere Lamellenverrippung übertragene Anpreßdruck von der durch die federnde Stütze abgestützten Seite der einen Breitseitenwand aufgenommen wird und daher den im Überlappungsbereich außenliegenden Außenrand des Blechstreifens nicht mehr auf den Grund der Stufe zu drücken vermag.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Bauweise von Wärmetauscherblöcken mit gegenläufig zwei flutigen Flachrohren aus gebogenen bzw. gefalteten Blechteilen konstruktiv und dabei auch in bezug auf die Verlötnungsbedingungen zu verbessern.

Diese Aufgabe wird bei einem zwei flutigen Flachrohr mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch dessen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Anders als die DE 32 16 140 C1 wandelt die Erfindung nicht die starre Stütze der DE 25 06 434 A1 in eine federnde Stütze ab, sondern behält die starre Stütze der DE 25 06 434 A1 bei und beschreitet einen anderen Weg zur Bewältigung der konstruktiven und montagemäßigen Probleme.

Im Rahmen einer erfindungsgemäß in Betracht gezogenen Verlötnung des Wärmetauscherblocks wird im ersten Kennzeichnungsmerkmal der Erfindung an die DE 25 06 434 A1 angelehnt, wobei jedoch anders als dort die starre Stütze als Trennwand gegenläufiger Fluten eingesetzt wird, die vorzugsweise im Umlenkbereich ausgeschnitten ist. Ein solcher Ausschnitt ist dann nicht mehr wie bei der EP-0 632 245 A1 rings vom Blechteil umgeben, sondern kann von einem Rand des Blechteils in dieses offen hineingearbeitet werden, so daß also nur noch sozusagen der Rand beschnitten zu werden braucht. Im Vergleich zu der zweitgenannten japanischen Konstruktion kommt man weiter mit einfacher Blechstärke der Trennwand aus, was wiederum die erforderliche Länge des Querschnitts des Flachrohres auf ein Minimum begrenzt. Dadurch wird bereits die Konstruktionsweise wesentlich verbessert.

Die Anordnung einer toleranzausgleichenden Federung innerhalb der Breitseitenwand des jeweiligen Flachrohres vermeidet ferner alle genannten Nachteile des bekannten federnden Stützelementes. So bestehen überhaupt keine Probleme mehr darin, wenn man in üblicher Weise die Trennwand mittig im jeweiligen Flachrohr anordnet. Selbst dann ist der beschriebene Federbogen so langgestreckt, daß keine großen rückstellenden Federkräfte mehr erforderlich sind und somit die Rückstellkräfte problemlos von der dünnwandigen äußeren Lamellenverrippung aufgenommen werden können, ohne daß diese Gefahr leidet. Wenn gemäß üblicher Bauart die Trennwand im gegenläufig zweiflutigen Flachrohr mittig angeordnet ist, kann sich der rückfederungsfähige ausgewölbte Bogen des zweiten Außenrandes von der Schmalseite des Flachrohres bis zu dessen Mitte und vorzugsweise bei anschließender überlappender Verlötnung noch deutlich darüber hinaus erstrecken, so daß die Federlänge mindestens die Hälfte der Breite der Breitseitenwand und in den meisten Fällen noch einer deutlich größeren Länge entspricht. Bei allen Toleranzen wird ferner eine einwandfreie Verpressung der Lötverbindungen an dem Überlappungsbereich der beiden Außenränder des Blechstreifens selbst

dann gewährleistet, wenn eine im Bereich der Überlappung vorgesehene Stufe eine größere Tiefe als die Materialstärke des Blechstreifens hat. Schließlich wird auch eine die Verlötnung sicherstellende Verpressung der starren Stütze mit der den Überlappungsbereich gegenüberliegenden (ersten) Breitseitenwand gewährleistet.

Die Erfindung ist invariant demgegenüber formuliert, ob der Wärmetauscherblock erst für die Verlötnung zusammengestellt oder bereits verlötet ist. In bereits verlötetem Zustand wird man im allgemeinen auch die federnden Vorspannungsverhältnisse vor der Verlötnung durch Methoden der Werkstoffprüfung, nur beispielsweise durch Untersuchung von Materialschnitten, feststellen können, solange nicht beim Lötvorgang eine vollständige Austemperierung der vorhergehenden Spannungsverhältnisse erfolgt ist. Aber selbst dann wird man bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscherblock deshalb, weil ja ein Toleranzausgleich zwischen verschiedenen Flachrohren erfolgt, wenigstens an einem Flachrohr oder deren mehreren noch Reste der im unverlöteten Zustand vorhandenen federnden Vorspannung als ausgebeulte Abweichungen gegenüber der im Idealfall erfolgten Flachpressung erkennen können. Dies ist besonderer Gegenstand von Anspruch 2.

Die Erfindung setzt ferner, ohne daß dies hier einer vertieften Erläuterung bedarf, für den Normalfall voraus, daß die Verlötnung dadurch erfolgt, daß das Blechteil 14 mindestens in den jeweiligen Lötverbindungs Bereichen mit Lot vorbeschichtet ist, meist sogar ganzflächig auf der betreffenden Seite. Das schließt nicht aus, im Sonderfall zur Ausführung der Erfindung gesondert Lot anzubringen.

Die Erfindung findet insbesondere Anwendung mit Flachrohren, die aus Blechteilen mit einer Materialstärke von 0,25 bis 0,5 mm gebildet sind.

Die beiden Lötverbindungen sind im jeweiligen Flachrohr des Wärmetauscherblocks im allgemeinen flächenhaft längs der einen und der anderen Breitseitenwand angeordnet. Die Ansprüche 4 und 5 zeigen hier zwei alternative und bei verschiedenen Flachrohren auch gemeinsam anwendbare Anordnungsmöglichkeiten einer starren Stütze, die in den beiden Fällen im Bereich ihrer Lötverbindung mit der ersten Breitseitenwand in der einen oder anderen Richtung noch fußartig abgeknickt ist.

Anspruch 6 knüpft im ersten Merkmal wieder an die zur Schaffung einer fluchtenden zweiten Breitseitenfläche übliche Überlappung in einer Stufe an dieser Breitseitenfläche an, wie dies auch schon bei der deutschen Offenlegungsschrift 25 06 434 verwirklicht ist. Im zweiten Kennzeichnungsmerkmal wird dann für den Vorgang des Zusammenspannens des noch nicht verlöteten Wärmetauscherblocks eine definierte Anlagelinie in jedem Flachrohr geschaffen, von der gemäß der bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 7 nach außen hin ein Lötspalt ausgehen kann. Statt dessen könnte man auch über Rillen, Warzen u. dgl. eine Strukturierung der Oberfläche im äußeren Anschlußbereich an die linienförmige unmittelbare Abstützung vorsehen, um in Verbindung mit der bereits erfolgten Vorbeschichtung mit Lot Flußmittel für die Verlötnung durch extra geschaffene Öffnungen oder durch einen freien Spalt am freien Ende der Überlappungszone einbringen zu können.

Die Besonderheit nach Anspruch 8 ist sowohl auf die zuletzt allgemein besprochenen Möglichkeiten als auch speziell auf die des Anspruchs 7 bezogen, mit dem Ziel, eine Lotanhäufung während des Verlötens in dem betreffenden Spalt zu vermeiden, welche zu einem Durch-

legieren durch die Wandung des Flachrohres während des Lötvorgangs bei ungünstigen Umständen führen könnte. Anspruch 10 zeigt schließlich eine in Kombination damit oder auch selbständig mögliche Besonderheit der Anordnung des zweiten Außenrandes in den Bereich, wo dieser direkt in einen Wasserkasten oder in einen umleitseitigen Verschluß, wie etwa eine Umleittasche, hineinragt. Dort soll der in Anspruch 8 angesprochene Abstand oder ein anderer vergleichbarer Abstand vermieden werden, um eine sichere Abdichtung des Flachrohres gegen den Wasserkasten oder den erwähnten umlenkseitigen Verschluß sicherzustellen. Anspruch 10 stellt dabei eine flächenhafte Abdichtung sicher.

Auch bei den relativ dünnen Blechteilen, für welche die Erfindung vor allem bestimmt ist, soll im Rahmen der Erfindung allgemein der erste Außenrand des Blechteils eine starre Stütze bilden. In Übereinstimmung mit der DE-OS 25 06 434 und in grundsätzlicher Abweichung von der DE-32 16 140 C1 sieht Anspruch 9 hier eine optimierende Orientierung vor. Alternativ oder auch in Übereinstimmung mit Anspruch 11 kann man die Starrheit auch durch eine Profilierung oder Prägung erhalten. Starrheit ist dabei nie als allgemeiner Begriff zu verstehen, sondern nur so, daß im Rahmen des Zusammenspannens des noch losen Wärmetauscherblocks zum zu verlötenden Block im Gegensatz zur DE 32 16 140 C1 eine konstant bleibende und nicht federnd nachgiebige Abstützung erreicht wird.

Wenn die rückfederungsfähige Aufwölbung der zweiten Breitseitenwand im Sinne der Erfindung bei allen Flachrohren des Wärmetauscherblocks vor dessen Verlötung und im noch nicht zusammengepreßten Zustand im selben Bereich des Wärmetauscherblocks, also jeweils eingangsseitig oder jeweils ausgangsseitig in bezug auf die spätere Luftführung der Umgebungsluft angeordnet ist, kommt es zu einer einseitigen fächerartigen Aufspreizung des noch unverlöteten und uneingespannten Wärmetauscherblocks, die manchmal Montagegeschwierigkeiten machen kann.

Eine einfache Möglichkeit zur Kompensierung dieses Effekts zeigt Anspruch 12.

Eine weitere Möglichkeit, die alternativ oder in Verbindung mit Anspruch 12 vorgesehen sein kann, zeigt Anspruch 13, wo auch der erste Außenrand des Blechstreifens in den federnden Toleranzausgleich mit einbezogen wird und somit die ganze Breite des noch nicht zusammengepreßten und verlöteten Flachrohres. In bezug auf die Erkennbarkeit dieser Maßnahme im bereits verlöteten Wärmetauscherblock gilt dasselbe, was zuvor diesbezüglich bei der Erörterung von Anspruch 1 gesagt ist. Vorzugsweise gilt hier analog Anspruch 14, der insoweit Anspruch 2 entspricht.

Die Erfindung bezieht sich nicht nur auf den Wärmetauscherblock selbst, sondern auch noch auf ein bevorzugtes Herstellungsverfahren desselben. Dies ist Gegenstand von Anspruch 15 mit der bevorzugten Weiterbildung gemäß Anspruch 16.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher im Bereich eines der Flachrohre unter besonderer Darstellung des Wärmetauscherblocks;

Fig. 2 und 2a einen Querschnitt durch zwei alternative Ausführungsformen des Flachrohres;

Fig. 3 und 3a einen vergrößerten Detailschnitt durch

ein Flachrohr im Bereich der Verrippung des Flachrohres durch die Zickzacklamellen (Fig. 3) bzw. im Anschlußbereich an einen Wasserkasten oder einen umlenkseitigen Verschluß (Fig. 3a);

Fig. 4 eine mögliche Blechabwicklung eines Flachrohres;

Fig. 5 einen Querschnitt durch einen in einer Lötvorrichtung eingespannten, noch nicht verlöteten Wärmetauscherblock und

Fig. 6 Einen Querschnitt durch ein Flachrohr mit gegenüber Fig. 2a alternativer Ausbildung der Aussparung der Trennwand.

Der schon in einen Wärmetauscher nach Fig. 1 einbezogene Wärmetauscherblock 3 weist eine Reihe paralleler und ihrerseits gegenläufig zweiflutiger Flachrohre 2 auf, deren parallele Breitseitenwände sich gegenüber liegen und zwischen sich in nicht dargestellter Weise Zickzacklamellen 7 einschachteln. Die Zickzacklamellen 7 und die Flachrohre 2 sind miteinander zu dem Wärmetauscherblock 3 im fertigen Wärmetauscher durch ebenfalls nicht dargestelltes Aluminiumhartlot verlötet. Die Wandstärke der Flachrohre 2 beträgt in der Praxis insbesondere 0,2 bis 0,6 mm. An die in gleicher Höhe angeordneten einen Enden der Flachrohre 2 ist ein Wasserkasten 9 angeschlossen. Die Trennwand 26 teilt den Wasserkasten 9 in eine eingangsseitige und in eine ausgangsseitige Flut, an die der Eintritt 30 und der Austritt 32 angeschlossen sind.

Die anderen Enden der Flachrohre 2 werden mit einem umlenkseitigen Rohrendenverschluß 34 flüssigkeitsdicht verschlossen. Das Flachrohr 2 ist durch eine Trennwand 4 ebenfalls in zwei gegenläufige Fluten 6a und 6b aufgeteilt, die im Umlenkbereich durch eine Aussparung 8 der Trennwand 4 miteinander kommunizieren.

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung sind in beide Fluten 6a, 6b des Flachrohres 2 Noppen 11 eingepreßt, die sich gemäß Fig. 2 zur Erhöhung der Druckfestigkeit gegeneinander abstützen und beim gemeinsamen Lötvorgang gegeneinander verlötet werden.

Die Trennwand 4 des Flachrohres 2 ist gemäß Fig. 2 durch Umbiegen nur eines ersten Außenrandes 12 des Blechteils 14 geformt. Dabei kann der die Aussparung 8 der Trennwand 4 bildende Ausschnitt 10 gemäß Fig. 4 bereits vor dem Umbiegen des Blechteils 14 vorgebildet sein.

Der Ausschnitt 10 ist dabei gemäß Fig. 2 so groß gewählt, daß zum einen ein ausreichend großer Überlappungsbereich 16 entsteht und zum anderen eine Verbindung der gegenläufigen Fluten 6a und 6b mit möglichst geringem Druckverlust erreicht wird. Gemäß Fig. 2 wird der zur Trennwand 4 umgebogene erste Außenrand 12 zunächst innerhalb des Flachrohres 2 in Anlage an den anderen zweiten Außenrand 12a gebracht und in einem Lötvorgang zusammen mit dem ganzen Wärmetauscher oder wenigstens Wärmetauscherblock 3 verlötet.

Weiterhin werden im Bereich der Trennwand 4 das freie Ende 22 des zur Trennwand 4 umgebogenen ersten Außenrandes 12 in Anlage an die Innenseite der ersten Breitseitenwand 5a des Flachrohres 2 gebracht und beim gemeinsamen Lötvorgang verlötet.

In Fig. 2 hat dabei der zur Trennwand 4 umgebogene erste Außenrand 12 in den beiden die Lötverbindungen 24a und 24b ergebenden Anlagebereichen an den gegenüberliegenden Außenwänden 5a und 5b eine gegenläufige Orientierung, während in Fig. 2a eine gleiche Orientierung vorhanden ist.



Durch die gleiche Orientierung des zur Trennwand 4 umgebogenen Außenrandes 12 in den beiden Anlagebereichen an den gegenüberliegenden Außenwänden 5a und 5b gemäß Fig. 2a ist eine einfachere Herstellbarkeit gegeben, bei der der zur Trennwand 4 umgebogene erste Außenrand 12 durch einen Herstellvorgang mittels Rollen oder Prägen gefertigt werden kann.

Durch einen Winkel von ungefähr 90° zwischen der Trennwand 4 und den Breitseitenwänden 5a und 5b dient die Trennwand 4 als starre Stütze, die die Rohrdicke quer zur Luftströmung auch beim Lötvorgang konstant hält und somit für ein konstantes Teilungsmaß zwischen den einzelnen Flachrohren 2 im Wärmetauscherblock 3 führt. Um eine geradlinige Anlage der Zickzacklamellen 7 an der zweiten Breitseitenwand 5b zu ermöglichen, die für eine einfache Form der Zickzacklamellenanlagefläche erforderlich ist, liegt der zweite Außenrand 12a im Überlappungsbereich 16 an einer zurückgesetzten Stufe 36 an, die im ersten Außenrand 12 der zweiten Breitseitenwand 5b eingepreßt ist. Um die bereits erwähnte geradlinige Anlage der Zickzacklamellen zu erhalten, ist die Stufe 36 um eine Materialstärke gegenüber der Breitseitenwand 5b zurückgesetzt. In Fig. 2 sowie in Fig. 2a ist das Flachrohr 2 als Einzelteil im noch unverlöteten Zustand dargestellt. In diesem Zustand ist der zweite Außenrand 12a des Blechteils 14 über die Außenkontur des verlöteten Flachrohres 2 als nach außen aufgewölbt federndes Element ausgebildet. Wird das Flachrohr 2 in einem Spannnahmen 50 vor dem Lötvorgang zusammen mit den sandwichartig eingeschachtelten Zickzacklamellen 7 auf eine konstante Rohrteilung verpreßt, so wird der Teil der zweiten Breitseitenwand 5b, der zwischen dem zweiten Außenrand 12a und der Schmalseite des Rohres 2 liegt und der im unverpreßten Zustand als aufgewölbt federndes Element ausgebildet ist max. bis zum parallelen Verlauf mit der ersten Breitseitenwand 5a eingedrückt.

In diesem verpreßten Zustand liegen dann die Spitzen der Noppen 111 der ersten Breitseitenwand 5a an den Spitzen der Noppen der zweiten Breitseitenwand 5b an, so daß eine Verlötung erfolgen kann. Durch den von den Lamellen auf das aufgewölbt federnde Element ausgeübten Druck wird der zweite Außenrand 12a auf die Stufe 36 im ersten Außenrand 12 und somit auf die als starre Stütze ausgebildete Trennwand 4 weitergegeben, so daß beide zu verlötende Blechteile 14 in der unteren als auch in der oberen Lötstelle 24a, 24b sicher unter Verpressung zumindest linienförmig aneinander anliegen. In Fig. 2 ist lediglich der linke Teil 40 der zweiten Breitseitenwand 5b als aufgewölbt federndes Element ausgebildet, während der rechte Teil 42 der zweiten Breitseitenwand 5b parallel zur ersten Breitseitenwand 5a verläuft und damit keine Federwirkung zeigt. Aus diesem Grund sind auch die Noppen 11 in Fig. 2 in diesem Bereich bereits im unverlöteten Zustand zwischen der ersten und zweiten Breitseitenwand 5a und 5b in Anlage. In Fig. 2a ist sowohl die linke als auch die rechte Hälfte 40, 42 der Breitseitenwand 5b als nach außen aufgewölbt federndes Element ausgebildet. Dadurch wird einerseits der Anlagedruck des ersten Außenrandes 12 an der Innenfläche der ersten Breitseitenwand 5a größer als im Ausführungsbeispiel gem. Fig. 2 und zweitens zeigt der lose zusammengefügte Wärmetauscherblock 3 im unverpreßten Zustand keine auffächernde Wirkung, die bei einem Flachrohr gem. Fig. 2, bei dem nur die linke Hälfte 40 der Breitseitenwand 5b aufgewölbt ist, vorhanden ist. Durch die als starre Stütze ausgebildete Trennwand einerseits und die

aufgewölbt linken bzw. rechten Hälften 40, 42 der Breitseitenwand 5b andererseits wird während des Lötvorgangs immer eine sichere Anlage der beiden zu verlötenden Blechteile in den Lötstellen 24a und 24b erreicht, auch wenn, wie in Fig. 2a dargestellt, keine Noppen 11 vorhanden sind.

Fig. 3 zeigt einen vergrößerten Detailschnitt durch das Flachrohr 2 im Bereich der Aussparung 8 im verlöteten Zustand, jedoch ohne Darstellung der an die Breitseitenwände 5a und 5b angelöteten Zickzacklamellen 7. Um eine weitere Erhöhung der Prozeßsicherheit der Verlötung zu erreichen, ist die Stufe 36 so ausgebildet, daß der zweite Außenrand 12a linienförmig an den Übergang der Stufe 36 in die Trennwand 4 anliegt und ausgehend von der linienförmigen Anlage im Bereich der Überlappungszone 16 zwischen der Stufe 36 und dem zweiten Außenrand 12a ein vorzugsweise keilförmig öffnender Lötspalt 44 vorhanden ist. Der Lötspalt dient im unverlöteten Zustand als Speicher für ein von außen und/oder innen zugeführtes Flußmittel.

Im Bereich der Verrippung mit Zickzacklamellen 7 hat der zweite Außenrand 12a des Blechteils 14 einen Abstand in Richtung der Breitseitenwand von mehr als einer halben Wandstärke zum Übergang von der Stufe 36 des ersten Außenrandes 12 in die rechte Hälfte 42 der Breitseitenwand 5b.

Durch den relativ großen Zwischenraum 46 wird ein kapilläres Ansaugen von Lotmaterial z. B. vom Rohrboden verhindert, so daß auch bei ungünstigen Lötbedingungen keine Durchlegierung des Grundmaterials in diesem Bereich auftreten kann, da kein übermäßiges lokales Lotangebot vorhanden ist.

Fig. 3a zeigt einen vergrößerten Detailschnitt durch ein Flachrohr 2 im Bereich des Rohrbodens im Wasserkasten 9 bzw. im Bereich des umlenkseitigen Verschlusses 34. In diesen Zonen ist es wichtig, daß das in einen Kragen im Rohrboden eingesteckte Flachrohr 2 umlaufend linienförmig am Kragen anliegt, so daß eine einwandfreie Lötverbindung entsteht. Dies wird dadurch erreicht, daß in diesen Bereichen ein zusätzlicher abdichtender Verlängerungssteg 48 am Ende des zweiten Außenrandes 12a angebracht ist, der bis an den Übergang der rechten Hälfte 42 der Breitseitenwand 5b an die Stufe 36 heranreicht. Der Abstand zwischen dem abdichtenden Verlängerungssteg 48 und dem Übergang der Stufe 36 in die rechte Hälfte 42 der Breitseitenwand 5b muß, um eine einwandfreie Lötung zu erreichen, kleiner als 0,2 mm sein. Aus diesen Gründen ist es sinnvoll, die freie Kante des zweiten Außenrandes 12a komplettär zur Neigung des beschriebenen Übergangs von der Stufe 36 in die rechte Hälfte 42 der Breitseitenwand auszubilden.

In Fig. 4 ist der Ausschnitt 10, der für die Aussparung 8 der Trennwand 4 vorgesehen ist, bereits in der Platine vorgebildet, bevor der erste Außenrand 12 zur Trennwand 4 geformt wird. Alternativ hierzu ist auch denkbar, daß der Ausschnitt 10 auch nach dem Ausprägen der erforderlichen Biegungen für die Trennwand 4 sowie die Stufe 36 gestanzt wird. Dies bedeutet, daß zunächst entsprechend den Biegelinien 15 die Trennwand 4 sowie die Stufe 36 am ersten Außenrand 12 angeformt wird, bevor die Ausstanzung 10 erfolgt. Zur Abstützung der beiden Breitseitenwände 5a und 5b des Flachrohres 2 kann im Bereich des Rohrendenverschlusses 34 der die Trennwand 4 bildende Außenrand 12 verbleiben.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch einen zwischen zwei Spannbacken 50 eingespannten Wärmetauscherblock 3 vor dem Lötvorgang. Um eine sichere linienförmige

Verlötung der Zickzacklamellen 7 mit der Breitseitenwand 5 der Flachrohre zu erhalten, wird das lose gefügte Lamellenpaket bestehend aus Flachrohren 2 und sandwichartig eingeschachtelten Zickzacklamellen 7 durch die Spannbacken 50 auf ein konstantes Teilungsmaß zwischen den Flachrohren 2 gespannt.

Die Toleranzen, die in Spannrichtung sowohl bei den Zickzacklamellen 7 als auch bei der Dicke der Flachrohre 2 auftreten, werden dabei durch die nach außen aufgewölbte Kontur der linken und/oder rechten Hälfte 40, 42 der Breitseitenwand 5b des Flachrohres aufgenommen.

In Fig. 5 sind nur Flachrohre 2 dargestellt, deren linke Hälfte 40 der Breitseitenwand 5b als ein nach außen aufgewölbtes federndes Element ausgebildet ist, während die rechte Hälfte 42 ohne Auswölbung bezeichnet ist.

Fig. 5 zeigt dabei den Toleranzfall, bei dem die Lamellenhöhe 7 und die Dicke der Flachrohre 2 ein Minimalmaß annehmen.

Dies zeigt sich in Fig. 5 dadurch, daß auf der linken Hälfte 40 der Breitseitenwand 5b noch ein Auswölbungsrest 52 vorhanden ist.

Der Auswölbungsrest 52 ist im Praxisfall in der Mitte zwischen den Spannbacken 50 größer und ist im Bereich der äußeren Rohre, die direkt an den Spannbacken 50 anliegen können, durch die dort auftretenden höheren Kräfte nahezu null. Durch die herstellungsbedingten Toleranzen in der Dicke der Flachrohre sowie in der Höhe der Lamellen 7 liegt der zur Aufnahme der Toleranzen erforderliche verbleibende Auswölbungsrest 52 bei weniger als 0,2 mm, so daß die Lamelle 7 über den gesamten Bereich der Breitseitenwand 5b am Flachrohr 2 anliegt, da Abstände von 0,2 mm zwischen der Lamelle 7 und der zweiten Breitseitenwand 5b, die im Bereich der rechten Hälfte 42 der Breitseitenwand 5b vorhanden sind, durch für das Löten erforderliches Flußmittel überbrückt werden. Fig. 5 zeigt auch, daß selbst bei größeren Toleranzen in der Einprägungstiefe der Stufe 36 immer eine sichere Anlage zwischen dem zweiten Außenrand 12a und der Stufe 36 sowie zwischen dem ersten Außenrand 12 und der Innenfläche der ersten Breitseitenwand 5a durch die auf das federnde Element ausgeübte Kraft erzielt wird.

Um insbesondere bei Herstellung des Flachrohres 2 mittels "Rollern" auf den die Aussparung 8 der Trennwand 4 bildenden Ausschnitt 10 verzichten zu können, ist gemäß Fig. 6 die Trennwand 4 im Bereich der Aussparung 8 so aufgebogen, daß das freie Ende 22 des ersten Außenrandes 12 parallel an der Innenfläche der zweiten Breitseitenwand 5b anliegt, so daß die gegenläufigen Fluten 6a und 6b bis auf die Blechstärke des freien Endes 22 ungedrosselt miteinander kommunizieren. Um ein Einfallen des Flachrohres 2 beim Einpressen z. B. in eine als Rohrendenverschluß 34 dienende Einstecktasche zu vermeiden, ist im Bereich der Einstecktiefe in der Umlenk tasche die Trennwand 4 nicht aufgebogen.

#### Bezugszeichenliste

2 Flachrohr  
3 Wärmetauscherblock  
4 Trennwand  
5 Breitseitenwände  
5a erste Breitseitenwand  
5b zweite Breitseitenwand  
6a

6b gegenläufige Fluten  
7 Zickzacklamellen  
8 Aussparung  
9 Wasserkasten  
10 Ausschnitt  
11 Noppen  
12 erste Außenrand (Trennwandseite)  
12a zweite andere Außenrand  
14 Blechteil  
15 Biegelinien  
16 Überlappungsbereich  
18 Führungsrillen  
21 Flußmittel  
22 freies Ende des Flachrohres  
24a untere Lötstelle  
24b obere Lötstelle Wand  
26 Trennwand WAKA  
28 Stirnseiten des Flachrohres  
30 Eintritt  
32 Austritt  
34 Rohrendenverschluß  
36 Stufe im ersten Außenrand  
38 Spannrahmen  
40 linke Hälfte der Breitseitenwand  
42 rechte Hälfte der Breitseitenwand  
44 Lötspalt  
46 Zwischenraum  
48 abdichtender Verlängerungssteg  
50 Spannbacken  
52 Auswölbungsrest.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscherblock (3) für Wärmetauscher für Kraftfahrzeuge, insbesondere für Heizungswärmetauscher oder Motorkühler und insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, mit einem Paket mit breitseitenparallelen zweiflutigen Flachrohren (2) und zwischen den Außenflächen von deren beiden Breitseitenwänden (5a, 5b) und gegebenenfalls auch außenseitig sandwichartig geschachtelten Zickzacklamellen (7), die untereinander verlötet werden, wobei das jeweilige Flachrohr (2) mit einer Trennwand (4) versehen ist, welche im Flachrohr (2) die beiden benachbarten gegenläufigen Fluten (6a, 6b) voneinander trennt und durch Verbiegen eines das Flachrohr (2) bildenden Blechteils (14) gebildet ist, das insbesondere mit einem die Aussparung (8) der Trennwand (4) bildenden Ausschnitt (10) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß im jeweiligen Flachrohr (2) die Trennwand (4) durch Umbiegen nur eines ersten Außenrandes (12) des Blechteils (14) als starre Stütze geformt ist, die zwischen der Innenfläche der ersten Breitseitenwand (5a) des Flachrohres (2), welche von einem mittleren Bereich des Blechteils (14) gebildet ist, und der Innenfläche des anderen zweiten Außenrandes (120) des Blechteils (14), welcher von der einen Schmalseite des Flachrohres an der zweiten Breitseitenwand (5b) des Flachrohres (2) mindestens bis über die Trennwand (4) ragt, jeweils eine Lötverbindung (24a, 24b) bildet, und daß der zweite Außenrand (12a) des Blechteils (4) im noch unverlöteten Zustand als über die Außenkontur des verlöteten Flachrohres (2) nach außen aufgewölbtes federndes Element ausgebildet ist, welches im verlöteten Zustand gegen die als Trennwand (4) dienende starre Stütze gespannt ist und diese gegen die

Innenfläche der ersten Breitseitenwand (5a) preßt.

2. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im verlöteten Zustand bei mindestens einem Flachrohr (2) im Rahmen des Toleranzausgleichs noch ein zweiter Außenrand (12) des Blechteils (14) mit einem Auswölbungsrest (52) seiner Vorspannung ausgebildet ist.

3. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einem Flachrohr (2) der erste Außenrand (12) des Blechteils (14) im Bereich der beiden Lötverbindungen (24a, 24b) mit den Breitseitenwänden (5) des Flachrohres (2) gegenläufige Orientierung hat.

4. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einem Flachrohr (2) der erste Außenrand (12) des Blechteils (14) im Bereich der beiden Lötverbindungen (24a, 24b) mit den Breitseitenwänden (5) des Flachrohres (2) gleichsinnige Orientierung hat.

5. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1, 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Anordnungsbereich der Aussparung (8) der Trennwand (4) der erste Außenrand (12) des Blechteils (14) ausschnittfrei ausgebildet ist und mindestens teilweise in der Ebene verbleibt, in welcher das Blechteil (14) zunächst an dem die zweite Breitseitenwand (5b) des Flachrohres (2) bildenden zweiten Außenrand (12a) des Blechteils (14) anliegt.

6. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einem Flachrohr (2) der erste Außenrand (12) eine in der Größenordnung der Wandstärke des Blechteils (14) nach innen zurückgesetzte Stufe (36) gegenüber der zweiten Breitseitenwand (5b) bildet, welche von dem zweiten Außenrand (12a) überlappt ist, und daß im verlöteten Zustand der zweite Außenrand (12a) des Blechteils (14) des jeweiligen Flachrohres (2) linienförmig an dem Übergang der Stufe (36) in die Trennwand (4) anliegt.

7. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem jeweiligen Flachrohr (2) ausgehend von der linienförmigen Anlage in der Überlappungszone (16) an der Stufe (36) zwischen dem ersten und dem zweiten Außenrand (12, 12a) ein, sich vorzugsweise keilförmig öffnender, Lötspalt (44) ausgebildet ist.

8. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschlußbereich der Flachrohre (2) an die Zick-Zack-Lamellen (7) der zweite Außenrand (12a) des Blechteils (14) mit Abstand von mehr als einer halben Stärke des Blechteils vom Übergang der zweiten Breitseitenwand (5b) in die Stufe (36) endet.

9. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschlußbereich der Flachrohre (2) an den Rohrboden eines Wasserkastens (9) und/oder an einen umlenkseitigen Verschuß (34) der zweite Außenrand (12a) mit einem abdichtenden Verlängerungssteg (48) bis an den Übergang der zweiten Breitseitenwand (5b) in die Stufe (36) heranreicht.

10. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die freie Kante des zweiten Außenrands (12a) komplementär zur Neigung des Übergangs geformt ist.

11. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (4) rechtwinkelig zu den beiden Breit-

seitenwänden (5) des jeweiligen Flachrohres (2) orientiert ist.

12. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten Außenränder (12a) des Blechteils (14) bei den jeweiligen Flachrohren (2) unter Wechsel, vorzugsweise abwechselnd, einlaßseitig und ausgangseitig in Bezug auf den Wärmetauscherblock (3) anströmende Umgebungsluft angeordnet sind.

13. Wärmetauscherblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß auch der an den ersten Außenrand (12) anschließende Bereich (42) des Blechteils (14), der zur Bildung der zweiten Breitseitenwand (5b) beiträgt, als über die Außenkontur des verlöteten Flachrohres (2) nach außen aufgewölbtes federndes Element ausgebildet ist, welches im unverlöteten Zustand die starre Stütze gegen die Innenfläche der ersten Breitseitenwand (5a) preßt.

14. Wärmetauscherblock (3) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß im verlöteten Zustand bei mindestens einem Flachrohr (2) im Rahmen des Toleranzausgleichs noch ein an den ersten Außenrand (12) anschließender Bereich des Blechteils (14), der zur Bildung der zweiten Breitseitenwand (5b) beiträgt, mit einem Auswölbungsrest (52) seiner Vorspannung ausgebildet ist.

15. Verfahren zum Herstellen eines Wärmetauscherblocks (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscherblock (3) vor dem Löten auf ein festes Teilungsmaß der Parallelanordnung der Flachrohre (2) zusammengedrückt und in diesem Zustand verlötet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der die Aussparung (8) der Trennwand (4) des jeweiligen Flachrohres (2) bildende Ausschnitt (10) des Blechteils (14) vor dem Umbiegen des Blechteils (14) oder während des Umbiegens zur Formung der Trennwand (4) vorgebildet wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

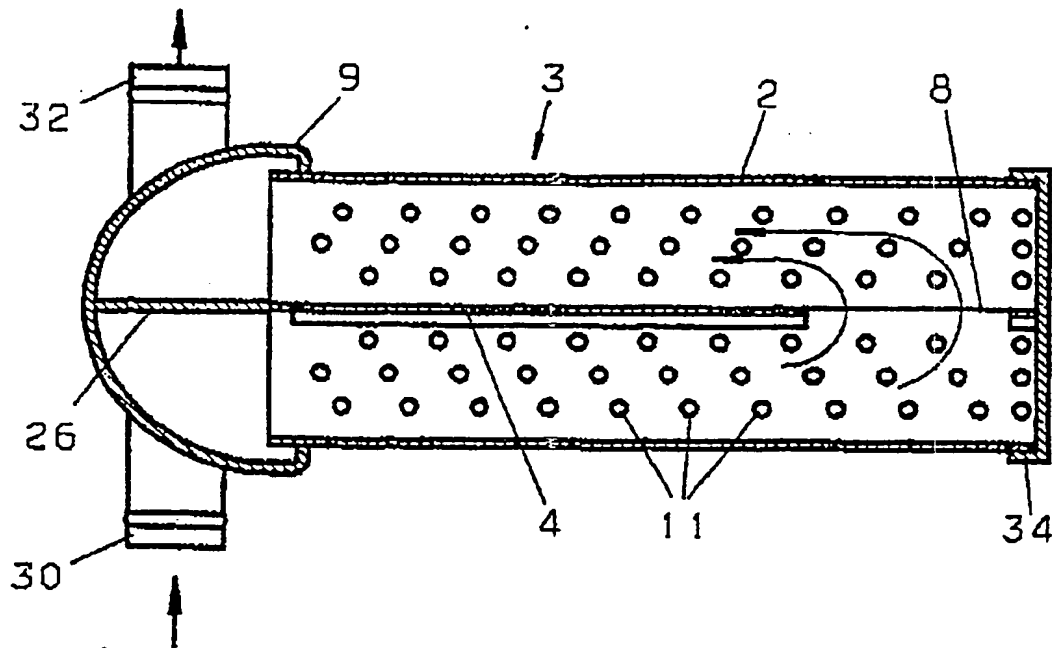


Fig. 1

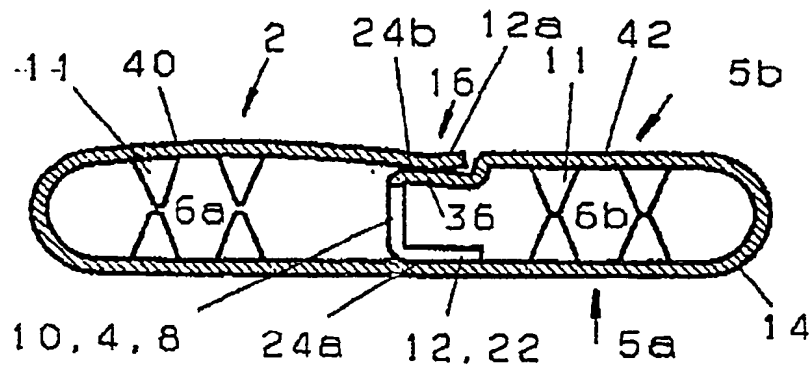


Fig. 2

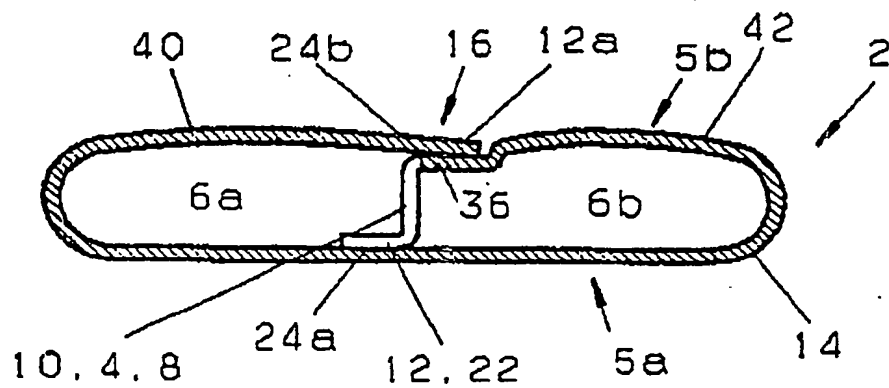


Fig. 2a

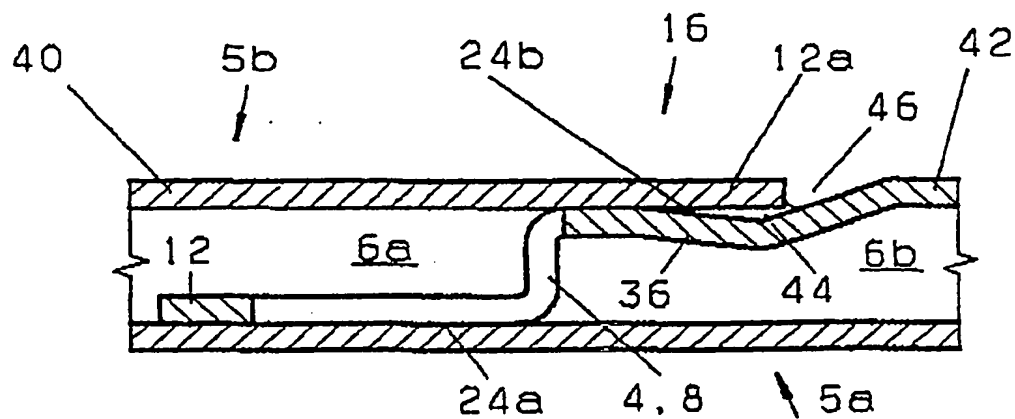


Fig. 3

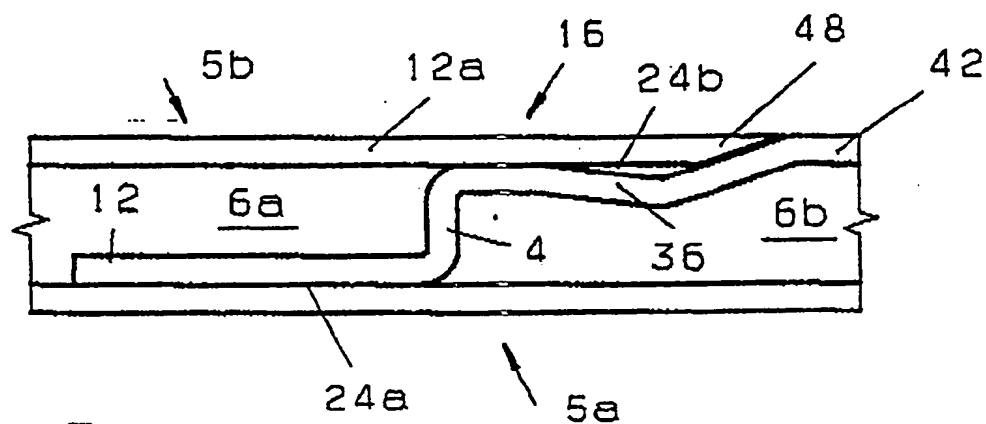


Fig. 3a

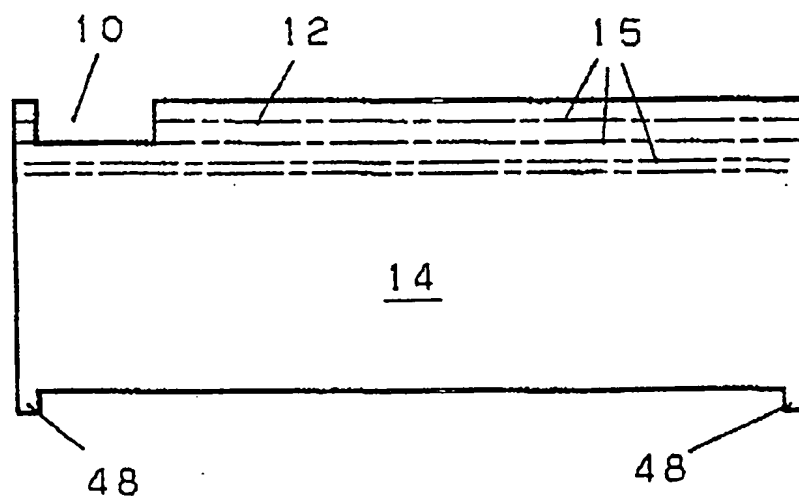


Fig. 4

